

Державний вищий навчальний заклад
Донецький національний технічний університет
Кафедра прикладної математики та інформатики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

_____ Леонід Бачурін
«_____» _____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВБ 1.4 (ДВС 1.04) ТЕОРІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛЕНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Рівень освіти: другий (магістерський)

Спеціальність (ості) **121 Інженерія програмного забезпечення**

(шифр і назва спеціальності)

Освітня програма **«Інженерія програмного забезпечення»**

(назва освітньої програми)

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни ” Теорія та організація розподіленої обробки даних“
для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення

17 грудня 2023 року. – 8 с.

Розробники:

Назарова І.А., к.т.н., доцент кафедри ПМІ, доцент

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри прикладної математики та інформатики

Протокол №13 від “27” грудня 2023 р.

Завідувач кафедрою прикладної математики та інформатики

(підпис)

(Маслова Н.О.)
(прізвище та ініціали)

27.12.2023 р.

Схвалено науково-методичною комісією галузі знань 12 Інформаційні технології

Протокол № 1 від “ 15 ” 01 2024 р. Голова _____ (Башков Є.О.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Загальна інформація

| | |
|---|---|
| Форма навчання | Денна |
| Статус | Вибіркова |
| Обсяг в кредитах ЄКТС | 7 |
| Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі: | 210 |
| лекції: | 48 |
| практичні заняття: | 32 |
| самостійна робота: | 130 |
| Форма підсумкового контролю | Екзамен |
| Дисципліну викладають | Викладачі Назарова Ірина Акіпівна https://donntu.edu.ua/knt/pmi , iryna.nazarova@donntu.edu.ua Александрова Олександра Василівна https://donntu.edu.ua/knt/pmi , oleksandra.aleksandrova@donntu.edu.ua |

Передумови для вивчення дисципліни: успішному вивченню дисципліни «Теорія та організація розподіленої обробки даних» сприяє попереднє опанування такими дисциплінами, як «Дискретна математика», «Вища математика», «Дискретний аналіз», «Дискретні структури і алгоритми», «Чисельні методи», «ООП», «Програмування», «Паралельні інформаційні системи».

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Дисципліна «Теорія та організація розподіленої обробки даних» має своєю метою формування знань та вмінь студента в області сучасних інформаційних, паралельних, багатопроцесорних комп'ютерних систем, методів розробки та оцінки ефективності алгоритмічного та програмного забезпечення для сучасних комп'ютерів.

Компетентності:

- ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК02. Здатність спілкуватися іноземною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК03. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.
- ЗК04. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК05. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

СК01. Здатність аналізувати предметні області, формувати, класифікувати вимоги до програмного забезпечення.

СК04. Здатність розвивати і реалізовувати нові конкурентоспроможні ідеї в інженерії програмного забезпечення.

СК07. Здатність критично осмислювати проблеми у галузі інформаційних технологій та на межі галузей знань, інтегрувати відповідні знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультисекторних контекстах.

СК11. Здатність застосовувати і розвивати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання наукових проблем інженерії програмного забезпечення.

Програмні результати навчання:

ПРН02 Оцінювати і вибирати ефективні методи і моделі розроблення, впровадження, супроводу програмного забезпечення та управління відповідними процесами на всіх етапах життєвого циклу.

ПРН03 Будувати і досліджувати моделі інформаційних процесів у прикладній області.

ПРН04 Виявляти інформаційні потреби і класифікувати дані для проєктування програмного забезпечення.

ПРН05 Розробляти, аналізувати, обґрунтовувати та систематизувати вимоги до програмного забезпечення.

ПРН07 Аналізувати, оцінювати і застосовувати на системному рівні сучасні програмні та апаратні платформи для розв'язання складних задач інженерії програмного забезпечення.

ПРН08 Розробляти і модифікувати архітектуру програмного забезпечення для реалізації вимог замовника.

ПРН09 Обґрунтовано вибирати парадигми і мови програмування для розроблення програмного забезпечення; застосовувати на практиці сучасні засоби розроблення програмного забезпечення.

ПРН18 Розробляти математичне і програмне забезпечення для наукових досліджень в галузі програмного забезпечення.

ПРН19 Формулювати, експериментально перевіряти, обґрунтовувати і застосовувати на практиці в процесі розроблення програмного забезпечення інноваційні методи та конкурентоспроможні технології розв'язання професійних, науково-технічних задач у мультидисциплінарних контекстах.

3. Очікувані результати навчання

Основними результатами опанування дисципліни «**Теорія та організація розподіленої обробки даних**» є:

- 1) оволодіння теоретичними і аналітичними методами та сучасними підходами до розробки та оцінюванні ефективності паралельних розподілених обчислень;
- 2) оволодіння ієрархічною декомпозиційною методикою розпаралелювання, методами застосування графових моделей, апарату графів залежностей та впливу;
- 3) оволодіння методами моделювання та аналізу паралельних обчислень, визначення комунікаційної та обчислювальної трудомісткості паралельних алгоритмів, оцінкою ефективності їх відображення на розподілені структури довільної топології;
- 4) застосовування та розробка паралельних методів розв'язання типових задач обчислювальної математики для систем з розподіленою пам'яттю;
- 5) оволодіння методами програмування для розподілених комп'ютерних систем (РКС) на основі інтерфейсу передачі повідомлень MPI.

Внаслідок вивчення курсу студенти повинні вміти:

- розробляти паралельні методи розв'язання задач із використанням декомпозиційної ієрархічної методики та різних інформаційних графів алгоритмів, графів впливу;
- будувати відображення паралельних методів на паралельні структури різних архітектур та топологій;
- обчислювати динамічні характеристик паралельних методів чи алгоритмів, прискорення, ефективність, загальні накладні витрати, масштабування, функцію ізоефективності;

- оцінювати тимчасову складність паралельних методів та виявляти області пріоритетного застосування;
- конструювати паралельне програмне забезпечення із використанням бібліотеки MPI для розподіленої паралельної архітектури та кластерних архітектур;
- розв'язувати типові задачі із комбінаторного аналізу, методів сортування, теорії неорієнтованих та орієнтованих графів на РКС;
- розв'язувати типові задачі чисельного аналізу, лінійної алгебри, теорії звичайних диференціальних рівнянь на РКС.

4. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання можуть бути:

- екзамен;
- практичні роботи;
- семестрове індивідуальне завдання.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерії оцінювання мають формулювати порядок оцінювання під час поточного контролю (за результатами практичних занять та виконання індивідуальних завдань) та підсумкового контролю.

| Поточний контроль | | | | | | Поточний контроль | Іспит | Максимальна сума балів |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|-----|-------------------|-------|------------------------|
| П.з. №1 | П.з. №2 | П.з. №3 | П.з. №4 | П.з. №5 | ІДЗ | | 60 | 100 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 15 | | | |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | 24 | | |

Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

| Оцінка | |
|-----------------------|--------------|
| За 100-бальною шкалою | Для екзамену |
| 90-100 | відмінно |
| 74-89 | добре |
| 60-73 | задовільно |
| 0-59 | незадовільно |

6. Програма навчальної дисципліни

6.1. Основні теми дисципліни

Паралельні обчислювальні алгоритми для РКС

Тема 1. Огляд сучасних методів розв'язання систем звичайних диференціальних рівнянь.

Тема 2. Розподілені методи розв'язання лінійної задачі Коші на базі матричної експоненти.

Тема 3. Розпаралелювання явних методів рішення нелінійної задачі Коші для СЗДР.

Тема 4. Методи оцінки кроку інтегрування. Вкладені однокрокові методи розв'язання задачі Коші.

Тема 5. Реалізація технології локальної екстраполяції Річардсона (ЛЕР) для розподіленої пам'яті.

Тема 6. Жорсткі задачі Коші. Особливості розпаралелювання неявних методів вирішення нелінійної задачі Коші.

Тема 7. Паралельні блокові методи розв'язання задачі Коші для ОС розподіленої пам'яті.

Розподілені обчислення із використанням технології MPI

Тема 8. Технологія MPI: інтерфейс передачі повідомлень в розподілених комп'ютерних системах (PKC). Парні та колективні операції передачі повідомлень.

Тема 9. Синхронізація процесів в MPI. Керування групами процесів та комунікаторами.

Тема 10. Довільні типи даних у MPI. Передача упакованих даних.

Тема 11. Віртуальні топології процесів: декартові та топології графа.

6.2. Теми практичних (семінарських) занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| | | Д.ф.н. |
| 1 | Тема 1-7. Розробка та оцінка ефективності послідовних алгоритмів розв'язання обчислювального завдання. | 4 |
| 2 | Тема 1-7. Реалізація програмних додатків послідовного розв'язання обчислювального завдання. | 4 |
| 3 | Тема 1-7. Розробка та оцінка ефективності паралельних алгоритмів розв'язання обчислювального завдання. | 8 |
| 4 | Тема 8-11. Реалізація програмних MPI-додатків з відображенням на довільну топологію паралельної обчислювальної системи. | 6 |
| 5 | Теми 1-11. Розробка програмного візуалізатора покрокового виконання паралельного обчислювального алгоритму. | 10 |
| | Разом | 32 |

6.3. Теми лабораторних занять

Не передбачено навчальним планом

6.4. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Тема 1. Огляд сучасних паралельних розподілених систем. Аналіз списків TOP-500 та Top-50. | 10 |
| 2 | Тема 2. Моделі та аналіз ефективності паралельних обчислень. | 10 |
| 3 | Тема 3. Комунікаційні примітиви для операцій обміну даними у топологіях тор, гіперкуб та кільце | 15 |

| | | |
|---|---|-----|
| 4 | Тема 4. Особливості застосування колективних операцій MPI та ефективність їх реалізації в розподілених системах. | 15 |
| 5 | Тема 5. Засоби інтерфейсу MPI для реалізації довільних топологій для розподілених систем. | 10 |
| 6 | Тема 6. Графи впливу, застосування графових моделей для розпаралелювання. | 10 |
| 7 | Тема 7. Паралельні алгоритми методів СЛАР. | 20 |
| 8 | Тема 8. Паралельні алгоритми методів розв'язання СНАР. | 20 |
| 9 | Тема 9. Паралельні алгоритми розв'язання систем звичайних диференціальних рівнянь | 20 |
| | Разом | 130 |

6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

Виконання індивідуального завдання на тему «Розробка паралельного алгоритму та програмного додатку розв'язання обчислювального завдання з використанням технології MPI».

Метою виконання ІЗ є засвоєння теоретичних знань та отримання практичних навичок у розробці паралельних алгоритмів та програмних додатків, що їх реалізують, на базі інтерфейсу MPI. Індивідуальні варіанти для виконання ІЗ вибираються за списком студентів з переліку типових завдань обчислювальної математики, починаючи з матричного множення та закінчуючи розв'язанням СЗДР.

7. Література

7.1. Основна

1. Foster I. Designing and Building Parallel Programs [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mcs.anl.gov/~itf/dbpp/>
2. Grama A., Gupta A., Karypis G., Kumar V. Introduction to Parallel Computing. – Addison Wesley. – 856р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/>
3. Назарова І.А. Паралельні обчислення / І.А. Назарова, О.А. Дмитрієва. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2020. – 246 с. ISBN 978-966-377-237-0
4. Луцків А.М. Паралельні та розподілені обчислення: навч. посіб. / А.М. Луцків, С.А. Лупенко, В.В. Пасічник. – Львів: вид-во Магнолія, 2017. – 566 с. ISBN 978-617-574-110-8
5. Основні поняття про паралельні обчислення / Укладач Є. Ваврук – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2015. – 109 с.
6. Pacheco Peter S. An Introduction to Parallel Programming (2nd Edition). Morgan Kaufmann publications, 2020. – 450 p. ISBN-10: 0-12-804605-8

7.2. Допоміжна

1. Минайленко Р.М. Паралельні та розподілені обчислення: навч. посіб. Кропивницький: Видавець Лисенко В. Ф., 2021. 153 с.
2. Малашонок Г. І., Сідько А. А. Паралельні обчислення на розподіленій пам'яті: OpenMPI, Java, Math Partner : підручник. – Київ : НаУКМА, 2020. – 266 с.
3. Семеренко В. П. Технології паралельних обчислень: навчальний посібник / Семеренко В. П. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 104 с.

7.3. Методична

1. Фельдман Л.П., Назарова І.А. Паралельні однокрокові методи чисельного розв'язання задачі Коші. – Д.: ДВНЗ «ДонНТУ», 2011. – 185с. <http://ea.donntu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/32417>

2. Методичні вказівки до практичних робіт за курсом «Паралельні інформаційні системи» для магістрів спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення спеціалізації «Інженерія програмного забезпечення» та «Програмне забезпечення мультимедійних систем для ігрових додатків» денної форми навчання [Електронний ресурс]: / укладач І.А. Назарова; відповідь. за випуск О.А. Дмитрієва . – Покровськ, 2018. – 58 с.

<http://89.185.3.253:9080/download.php?rec=22270>

<http://ea.donntu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/32418>

8. Інформаційні ресурси

1. Матеріали групи IEEE по кластерним вичислениям (<http://www.ieeefcc.org>)
2. Introduction to Parallel Computing
(<https://hpc.llnl.gov/documentation/tutorials/introduction-parallel-computing-tutorial>)
3. MPI FORUM (<https://www.mpi-forum.org>)